

(19) FEDERAL REPUBLIC
OF GERMANYGERMAN PATENT
OFFICE(12) Patent
(10) DE 195 21 969 C 1(51) Int. Cl.⁵:
H 04 L 9/36
G 06 T 9/00(21) File No.: 195 21 969.4-31
(22) Filed: 16 June 95
(43) Laid open: —
(45) Notice of grant published: 27 Feb. 97

DE 195 21 969 C 1

Opposition may be filed within 3 months of the publication of the notice of patent grant.

(73) Grantee:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 Munich, DE(74) Attorney:
Anwaltskanzlei München, Rösler, Steinmann,
80689 Munich(72) Inventor:
Koch, Eckhard, Dipl.-Phys. Dr., 84625 Bensheim,
DE; Zhao, Jian, 64380 Rossdorf, DE(56) Publications considered in evaluating patentability:
EP 6 14 308 A1
EP 5 81 317 A2
JP-Z: TANAKA; K: et al.: A Digital Multisignature
Method for Facsimile-Mail Service. In: *Electronics and
Communications in Japan*, Part 1, Vol. 75, No. 7, 1992,
pp. 47-57;

(54) A process for marking binary-coded data sets

(57) A process for marking binary-coded data sets, in
particular of image data, by implementing at
least one information unit in a data set is
described.

The invention is characterized in that the data set that is to be marked is divided into blocks of pixels that are transformed by means of a transformation function from positional space into frequency space, wherein a discrete sequence of positions is generated to implement information units in the data set that is to be marked, taking into account a key as well as data set-specific properties, and the information unit that is to be implemented is written to or read from the positions in the data set that are defined by the position sequence.

DE 195 21 969 C 1

1
Description

The invention relates to a process for marking binary-coded data sets, in particular of image data, by implementing at least one information unit in a data set.

The protection of copyrights and rights to commercial exploitation is one of the most important concerns of suppliers of electronic information, publishers, media companies and companies engaged in the commercial exploitation of intellectual property. One of the main concerns of copyright-holders is to protect themselves from unauthorized reproductions and distribution of multimedia works that are protected by copyrights. In many cases, such as in the distribution of electronically stored data, it is not possible to directly prevent such illegal distribution, so that technologies have been developed that permit unauthorized duplications to be pursued and tracked down, as well as to trace such duplications back to their sources.

Such measures, which are to be placed in individual electronic data sets, use the so-called steganographic approach, a technique in which additional information is secretly embedded in data, modifying the original data, without significantly changing the quality and the appearance of the data. Various methods of slightly modifying original digital data and thereby storing additional data have been studied. Matsui and Tanaka have presented a range of steganographic methods for identifying various types of digital images, videos, or facsimiles. See in particular the publication by Matsui and Tanaka "Video Steganography: How to Secretly Embed a Signature in a Picture," IMA Intellectual Property Project Proceedings, Vol. 1 No. 1, 1994.

The basic principle in their methods involves embedding the information in such a way that this data only appears to be an additional imprecision—in other words, an increase in the noise level—of the original data.

Researchers at AT&T have studied ways to embed information in the form of noise in an important additional class of documents, namely structured texts, by changing the distance between sequential lines in the text and the distance between the words. See J. Brassil et al, "Electronic Marking and Identification Techniques to Discourage Document Copying" AT & T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., 1994.

The prior-art steganographic techniques for digital images by no means meet the requirements for protecting and proving intellectual property rights of multimedia works and information. The reason is that these techniques do not provide protection against intentional or unintentional attacks that are made possible by using the digital processing of the data, in particular of the images. The deletion, modification, or rendering the embedded information unidentifiable can easily be accomplished using conventional methods such as lossy image compression, low-pass filtering, or by simply changing the data/image format. Such processing steps are often unavoidably performed when a document proceeds from its creator to its final customer or user, which is why conventional methods cannot provide a solid proof of identity.

2

European patent EP 0 581-317 discloses a process for digitally identifying digitally stored data sets, for example digital image data. The process described in this publication is used to integrate digital signatures—so-called markings—in digital images. The digital signatures are to be used for the future identification of the images. In this approach, the pixels in the image, which have relative maximums and minimums—in other words, extreme values in the pixel values or in the luminance values—are located. Points used to integrate an identification code—the so-called signature—are selected from amongst such defined points or pixel values in the picture. In order to integrate one of the bits of the signature at the selected point in the image, the pixel value itself and the directly adjacent pixel values are modified. However, the disadvantage of this method is that the selected positions at which the signature values are located can easily be determined and must therefore be seen to be known. When the positions of the original extreme values are selected, the integrated identification codes performed in this manner can easily be identified and attacked as desired.

European publication EP 0 614 308 A1 also discloses a process for encrypting data. Such encryption processes, however, are used to render an entire set of data unidentifiable for unauthorized access. In this approach, high-resolution image components are protected from unauthorized access by means of a key or an encryption technique. However, non-high-resolution image components can remain freely accessible, so that in this way it is possible to have hierarchical access to the information. All of the image information can be located in a storage medium, and authorized users can be granted access to the complete image information by means of a key that is given to them. However, the process described in the above European patent specification is not used to systematically mark image information for purposes of future identification, for example; rather it is used to encrypt the entire information content of an image so that an unauthorized person cannot gain access to this information.

The invention therefore relates to the object of further developing a process for marking binary-coded data sets, in particular graphical data, by implementing at least one information unit in a data set in such a way that uniquely assignable information units are implemented in the data set that is to be provided with copyright protection, so that this allocatability is not lost when changes are made in the data set. The identification method is intended to give the copyright holder as well as the customers and distributors of multimedia works a way to check copyright holders and owners and to provide proof of the misuse of multimedia works.

The solution to the object of the invention is recited in claim 1. Preferred embodiments of the process of the invention are found in claim 2 and in the following claims.

The invention discloses a process for marking binary-coded data sets, in particular of image data, by implementing at least one information

unit in a data set in such a way that the data set that is to be marked is divided into blocks of pixels that are transformed by means of a transformation function from positional space into frequency space, and a discrete sequence of positions is generated to implement information units in the data set that is to be marked, taking into account a key as well as data set-specific properties, and the information unit that is to be implemented is written to or read from the positions in the data set that are defined by the position sequence.

The process of the invention allows additional information to be secretly and robustly integrated in concealed form in multimedia data, i.e. in digital images. In addition to use with color, gray-scale and binary stills, the process of the invention can also be used with video data, in other words sequences of images. Embedding the additional information does not produce any noticeable impoverishment of image quality. The embedded information can be reconstructed if a key, which could be kept secret, is known.

Thus, according to the invention, a pseudo-random sequence of positions is generated in the first process step. The sequence is used to determine the position at which a code, or, in general an information unit, is to be integrated. In this process, characteristics that, for example, can be extracted from the image data can be used in combination with a secret key as a starting value for generating positions. In a second step, the information unit is written to or read from positions specified by the position sequence. There are various ways to write or read the information unit that can be used depending on the type of image.

In general, three different marking techniques can be used depending on the data sets that are to be marked:

A) The Frequency-Based Marking of Color Images and Grey-Scale Images

This process is based on the fact that typical digital images of people, buildings, natural settings, etc. can be seen as non-stationary statistical processes that are highly redundant and interference-tolerant.

The embedding of the binary-coded information takes place in the frequency space of the image. The following description begins with a representation of the image in positional space, into which any image can be converted. The image is then broken down into blocks of pixels. These blocks are transformed by means of a transformation function from positional space into frequency space. Any transformation function can be used in this process. One preferred method is to use the so-called "Discrete Cosine Transformation" (DCT). Then the blocks of frequency components or the embedding of relevant parts of blocks is quantized. Preferably, quantization matrices similar to those used in the quantization step of the JPEG-compression standard are used. With regard to the compression standard, see to the publication by Wallace, "The JPEG Still Picture Compression Standard," Communications of the ACM,

Vol. 34, No. 4. April 1991, pp. 30-40.

The blocks as well as the precise positions within the selected blocks at which the information is embedded are identified by means of position sequences generated in the first step of the process of the invention. The embedding of a bit ("1" or "0") in a block takes place by retaining or generating certain relation patterns—in other words, size ratios—between certain elements, the so-called frequency coefficients of the block with a moderate variance threshold.

It makes sense to use medium-frequency-range elements for embedding, since high-frequency elements can easily be eliminated without visible loss of quality—for example through lossy compression—and since modification in the low-frequency components would cause visible changes. However, in principle, all frequency components can be used.

In order to make the implementation of the information units needed for marking as well protected as possible against unintentional access and/or from data processing processes that format the data set or convert it to suitable forms, the so-called robustness of the embedded information must be optimized to protect against unauthorized access by setting two different parameters. One of these parameters is the "distance" D between selected, quantized frequency components. Here, a larger distance produces greater robustness, although these modifications also become easier to see. The second parameter is the "quantization factor" Q , which is used to quantize the selected values for the embedded information code. A larger quantization factor results in less modification of the image data but also in reduced robustness to lossy compression such as that which occurs in JPEG compression.

After the information units have been implemented, the image can be transformed back into a representation in positional space by means of a reverse quantization and reverse transformation.

The process permits a multitude of variations, such as selecting any given transformation, forming blocks, selecting the observed frequency components, the number, type, and composition of the relation patterns, the selection and allocation of codes to relation patterns, as well as the distribution of relation patterns and, thus, the corresponding coding of the various blocks.

B) Ratio-Based Marking of Binary Images

The value of each individual pixel in a binary image is either "1" or "0." As a result there is no room for noise or interference that can be used to implement additional information. In order to embed information that was previously coded in binary form, appropriate areas of the image must be found in which the marking will not reduce the quality of the original image. These image areas are different for each individual image or at least for certain image types.

The proposed process for binary images is based on the ratio of "1" and "0" bits in a selected block. Let us assume that $R(b)$ is the rate of black pixels, for example the "1" bits in a selected block b of the image:

$$R(b) = N_B/N.$$

N_B means the number of black pixels in block b , and N is the block size—in other words, the total number of pixels in block b .

The embedding of a bit in block b is performed using the following process:

A "1" bit is embedded in block b if $R(b)$ is present within the specified range ($T_{1, \min}, T_{1, \max}$). A "0" bit is then embedded if $R(b)$ lies in a different specified range ($T_{2, \min}, T_{2, \max}$). The two specified ranges lie between 0% and 100%. In order to embed a bit, the block that is being considered is modified, if necessary, by changing the "1" bits into "0" or vice-versa as often as is needed until $R(b)$ lies in the specified range. If too many changes are needed, the selected block is declared "invalid," and is modified in some "invalid" range outside the two specified ranges. In addition, a so-called "buffer" is inserted between the stated ranges and the invalid ranges. This represents the degree of robustness to the use of image processing methods on the marked image. Thus, the buffer describes the number of bits that can be changed in a block as a result of image processing without damaging the embedded bits. For example, a buffer of 5% means that inverting fewer than four bits within an 8 x 8 bit-block will not damage the embedded code. Carefully selecting the ranges $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$ and $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$ as well as the buffer, for example $T_1 = (55.60)$, $T_2 = (40.45)$ as well as a buffer of 5 for an 8 x 8-bit block achieves a good balance between robustness to image processing procedures and the visibility of the inserted information on the other.

The change algorithm that is used to place the information units that are to be implemented at the corresponding locations of the data sets specified by the position sequences is not ultimately dependent on the distributions of the "1" and "0" bits. For example, for so-called "dithered" binary images, the modifications are performed uniformly distributed across the entire block. The bit that has the most adjoining bits having the same value is changed.

On the other hand, in the case of binary images (black/white) having sharp contrasts, the modifications are performed at the boundaries between black and white pixels. The bit that has the most adjoining bits having the inverse value is changed. In both methods, the neighboring bits of the neighboring blocks are taken into account at the boundaries of a block.

C) Process for Marking Image Sequences

The above processes for marking images primarily relate to marking methods for still images, however they can also be used for sequences of images such as those found, for example, in videos. In the case of image sequences, additional attacks on existing marks are possible. Thus, individual markings can be removed by deleting individual images from the image sequence. Movement-estimating

and movement-compensating compression techniques such as those found in the MPEG standard can also lead to the removal of marks. Thus, in a third method for marking image sequences, the markings are repeatedly embedded in the still images of individual sequences in the total sequence of images, which increases the robustness to known attacks by

scaling the length of the sequence of information units that are to be implemented. In extreme cases, the information is integrated in all the individual images of an entire video.

The invention is described below without limiting the general concept of the invention, based on typical embodiments and referring to the drawings. The drawings show:

Fig. 1 Write process for one marking,

Fig. 2 Read process for one marking,

Fig. 3 Table for "1" bit, "0" bit and for "invalid pattern,"

Fig. 4 Possible position for embedding an information unit in an 8 x 8 block,

Fig. 5 Example of embedding an information unit by means of transformation, quantification and modification of frequency components,

Fig. 6 Example of a modification for marking purposes with uniformly distributed "1" and "0" bits

Fig. 7 Typical modification for marking purposes with sharp separating lines between "1" and "0" bits.

Fig. 1 shows a process flow diagram for embedding binary-coded information units in a data set, which in the present example is an image. A position sequence is generated from the information in the image and on the basis of a secret key. The code that is to be embedded in the image is implemented based on the position sequence. The result is a marked image, whose marks cannot be affected by the unauthorized access of third parties or by modifications of the image/data set.

For the read operation, which is used for example to trace any unauthorized duplications, the marked image is used, based on the previously used secret key that was used to implement the information units, to generate the position sequence that can be used to read the embedded code (see Fig. 2). The result is the code that was originally embedded in the data set.

Figures 3 and 4 show an example of the frequency-based marking of color images, specifically an 8 x 8 pixel block. Three different groups of patterns of relationships between the frequency coefficients are shown in the table in Fig. 3—namely patterns for "1," patterns for "0," and the so-called "invalid" patterns. The "1" pattern represents a "1" bit, and the "0" represents a "0" bit of the embedded, coded information unit. If the modifications of the original data set are too large to be given the desired valid pattern for a bit for the implementation process, then this block is invalid. In this case, the size relationships between the elements for a given "invalid" pattern are modified to permit the information to be read unambiguously. The relation patterns shown in the upper table each show the dependencies on the ratios of the sizes of three elements (e_1, e_2, e_3) of 8 x 8 block.

Fig. 5 shows an example of an embedding process comprising the steps of transformation, quantization, and the modification of the coefficients. In the sequence shown in Fig. 4, one bit is implemented for a selected pattern in an 8 x 8 block.

Figs. 6 and 7 show two examples of the ratio-based marking of two binary images. Fig. 6 shows an example of "dithered" binary images in which the modifications are uniformly distributed across the entire block. The implementation takes place in this case in such a way that the bit that has the most neighbors having the same value is changed.

By contrast, Fig. 7 shows a binary image with very sharp contrasts in which the implementations are performed on the boundaries between the black and white pixels. The image that has the most neighbors with inverted values is modified.

In both of these cases, the adjacent bits of the neighboring blocks are taken into account at the boundaries of a block.

The process of the invention described above permits information to be integrated into multimedia works, in particular images and image sequences, secretly, robustly in concealed form. The information embedded in the original data (identification codes, markings, labels) can be used to designate or identify the holder of copyrights to the multimedia work, the customer or user of the work, or the multimedia work itself. In the process of the invention, the misuse per se is not directly prevented, but it is very probably restricted, since the marking of the documents helps to establish evidence when copyrights are being prosecuted. However, the robust, hidden integration of information can also be used for other purposes, such as the embedding of private information like patient data in appurtenant digital images like patient images. This also ensures that images are unmistakably associated with individual patients. In addition, marks can be used in multimedia works such as musical and film sequences in order to automatically determine or measure the number of users.

The applications for this invention include all electronic information services in which the protection of prohibited access, distribution and reproduction of digital data, as well as the protection of intellectual property rights, are required. The highest-priority application is the electronic publishing of newspapers, books, images, videos, etc. on portable media such as CDs, CD-ROMs, diskettes, tapes, as well as via networks, satellite, or terrestrial communications media. The methods recited here can also be used in the applications of geographic information systems, medicine, and electronic distribution services such as pay-per-view TV, video-on-demand, etc., as well as to establish more precise measurement of consumer use data in the area of radio and television.

What is claimed is:

1. A process for marking binary-coded data sets, in particular of image data, by implementing at least one information unit in a data set, wherein, the data set

that is to be marked is divided into blocks of pixels that are transformed from the positional space into the frequency space, a discrete position sequence is generated to implement information units in the data set that is to be marked, taking into account a key and data set-specific properties, and, the information unit that is to be implemented is written to or read from the positions in the data set defined by the position sequence.

2. The process of claim 1, wherein the data set-specific properties are content features, object features, or geometric or format-specific properties.

3. The process of claim 3, wherein the transformation function is a discrete cosine transformation.

4. The process of one of claims 1 to 3, wherein the blocks that are transformed into the frequency space are quantized using quantization matrices.

5. The process of claim 4, wherein the quantization matrices correspond to the quantization step of the JPEG compression standard.

6. The process of one of claims 1 to 5, wherein the information units that are to be implemented are embedded in the blocks based on the generated position sequence

7. The process of one of claims 1 to 6, wherein the embedding of the information units that are to be implemented at the selected positions or blocks is accomplished by changing or retaining the size ratios of selected frequency coefficients, in particular of the medium frequency range.

8. The process of claims 1 to 7, wherein, after embedding the information unit, a re-quantization and re-transformation of the data set back into the dimensional space is performed.

9. A process for marking binary-coded data sets, in particular of image data, by implementing at least one information unit in a data set, wherein a discrete position sequence is generated for implementing information units in the data set that is to be marked taking data set-specific properties into account, the binary-coded data set is divided into blocks having N pixels, and the embedding of the information units that are to be implemented is performed at the selected positions or blocks by changing or retaining the quantitative ratios of "1" and "0" bits in the respective blocks.

10. The process of claim 9, wherein the embedding of an information unit that corresponds to a 1-bit is performed in a block b according to the following condition:

$$T_{1, \min} < R(b) < T_{1, \max}$$

$$\text{where } R(b) = N_1 / N$$

N_1 = number of 1-bit pixels in block b

$T_{1, \min}$, $N_{1, \max}$ = are upper and lower limits.

11. The process of claim 9, wherein the embedding of an information unit that corresponds to a 0-bit is performed in a block b according to the following condition:

$$T_{2, \min} < R(b) < T_{2, \max}$$

where $R(b) = N_1 / N$

$T_{2, \min}$, $N_{2, \max}$ are upper and lower limits.

12. The process of claim 10 or 11, wherein, the following values apply to an 8 x 8-bit block

$$T_{1, \min} = 55$$

$$T_{1, \max} = 60$$

$$T_{2, \min} = 40$$

$$T_{2, \max} = 45.$$

13. The process of claim 9, wherein in the case of blocks that have relatively uniformly distributed bit values, bit implementations are performed at the locations whose neighboring positions have a high percentage of bits that have the same value.

14. The process of claim 9, wherein, in the case of blocks that have areas exhibiting a uniform bit position, bit implementations are performed at the locations at which fields of different bit positions adjoin each other, so that the bit that has the most neighbors that have the inverse values is modified.

15. The process of one of claims 10 to 14, wherein, if the changes needed to embed information at the selected positions are too extreme, the corresponding block is marked as invalid, whereby invalid areas lie outside the ranges $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$, $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$.

16. The process of claim 15, wherein an additional tolerance buffer between T_1 , T_2 and invalid ranges is inserted.

Accompanied by 3 pages of drawings

Key to Figure Captions

Bild	Image
geheimer Schlüssel	Secret Key
Generator von Positionsreihenfolgen	Position Sequence Generator
einzubettender Code	Code to Be Embedded
Positionsreihenfolge	Position Sequence
Einbettungssystem ...	System for Embedding Markings
markiertes Bild	Marked Image
Lesesystem für Markierung	System for Reading Markings
eingebetteter Code	Embedded Code
Hoch	High
Mitte	Medium
Tief	Low
Muster für "1"	Pattern for "1"
Muster für "2"	Pattern for "2"
"ungültiges" Muster	Invalid pattern
Transformation	Transformation
Quantisierung	Quantization
Modifikation der Koeffizienten	Modification of Coefficients
- Leerseite -	- Blank Page -



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 21 969 C 1

51 Int. Cl.⁶:
H 04 L 9/36
G 06 T 9/00

21 Aktenzeichen: 195 21 969.4-31
22 Anmeldetag: 16. 6. 95
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 2. 97

DE 195 21 969 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:

Anwaltskanzlei München, Rösler, Steinmann, 80689
München

72 Erfinder:

Koch, Eckhard, Dipl.-Phys. Dr., 64625 Bensheim, DE;
Zhao, Jian, 64380 Rossdorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

EP 6 14 308 A1
EP 5 81 317 A2

JP-Z.: TANAKA, K. et al.: A Digital Multisig- nature
Method for Facsimile-Mail Service. In: Electronics
and Communications in Japan, Part 1, Vol. 75, No. 7,
1992, S. 47-57;

54 Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze

- 57 Beschrieben wird ein Verfahren zur Markierung binär
codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch
Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in
einen Datensatz.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der zu
markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die
mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den
Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Posi-
tionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in
den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung
eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften
generiert wird und, daß die zu implementierende Informa-
tionseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten
Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

DE 195 21 969 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz.

Der Schutz der Urheberrechte und Verwertungsrechte ist eines der Hauptanliegen der Anbieter von elektronischen Informationen, Verlegern, Medienkonzernen und Verwertungsgesellschaften. Ein Hauptanliegen von Urhebern ist der Schutz vor unerlaubten Vervielfältigungen und Verbreitungen von urheberrechtlich geschützten multimedialen Werken. In vielen Fällen, wie beispielsweise in der Verbreitung elektronisch gespeicherter Daten, ist die unmittelbare Verhinderung der unrechtmäßigen Verbreitung nicht möglich, so daß Techniken entwickelt worden sind, die die Verfolgung und Aufspürung unautorisierter Vervielfältigungen ermöglichen sowie deren Rückverfolgung nachweisen.

Derartige, in den einzelnen elektronischen Datensätzen einzubringende Maßnahmen sehen den sogenannten steganographischen Ansatz vor, die eine Technik darstellt, die zusätzliche Informationen in Daten geheim einbettet, indem sie die originalen Daten modifiziert, ohne die Qualität und das Erscheinungsbild der Daten wesentlich zu beeinflussen. So sind verschiedene Methoden untersucht worden, Originale digitale Daten leicht zu modifizieren, um dadurch zusätzliche Informationen zu speichern. Matsui & Tanaka haben eine Reihe von steganographischen Methoden zur Identifikation bei verschiedenen Typen von digitalen Bildern, Videos oder Facsimile vorgestellt. Siehe hierzu insbesondere die Druckschrift von Mantusi and K. Tanaka, "Video-Steganography: How to secretly embed a signature in a picture", IMA Intellectual Property Project Proceedings, Vol. 1, No. 1, 1994.

Das zugrundeliegende Prinzip ihrer Methoden beruht darauf, die Information so einzubetten, daß diese nur eine weitere Ungenauigkeit, d. h. eine Erhöhung im Rauschpegel, der Ursprungsdaten zu sein scheinen.

Forscher bei AT & T haben Möglichkeiten der Einbettung von Informationen in Form von Störungen bei einer wichtigen anderen Klasse von Dokumenten, nämlich strukturierten Texten untersucht, indem sie den Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Zeilen des Textes und den Abstand zwischen Wörtern veränderten. Hierzu verwiesen auf J. Brassil et al, "Electronic Marking and Identification Techniques to Discourage Document Copying", AT & T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., 1994.

Die existierenden steganographischen Techniken für digitale Bilder erfüllen bei weiten nicht die Anforderungen für den Schutz und Nachweis intellektueller Eigentumsrechte von multimedialen Werken und Informationen. Dies ist darin begründet, daß die Techniken keinen Schutz gegen absichtliche oder unabsichtliche Angriffe bieten, die durch die digitale Verarbeitung der Daten, d. h. insbesondere der Bilder, möglich sind. Die Löschung, Veränderung oder Unkenntlichmachung der eingebetteten Informationen kann bei den herkömmlichen Verfahren z. B. leicht durch verlustbehaftete Bildkompression, Tiefpaß-Filterung und/oder durch einfaches Wechseln des Daten- bzw. Bildformates verursacht werden. Derartige Verarbeitungsschritte werden sogar oft zwangsläufig auf dem Weg eines multimedialen Dokumentes vom Urheber zum Endabnehmer bzw. -benutzer durchlaufen, weshalb die herkömmlichen Verfahren keinen fundierten Identifikationsnachweis liefern

können.

Aus der europäischen Druckschrift EP 0 581 317 geht ein Verfahren zur digitalen Kennzeichnung digital abgespeicherter Datensätze, beispielsweise digitale Bilddaten, hervor. Das in dieser Druckschrift beschriebene Verfahren dient der Integration von digitalen Signaturen, sogenannten Markierungen, in digitalen Bildern. Die digitalen Signaturen sollen der künftigen Identifikation der Bilder dienen. Dazu werden Pixel des Bildes, welche relative Maxima und Minima, d. h. Extrema, in den Pixelwerten bzw. Luminanzwerten aufweisen, ausfindig gemacht. Von den derart bestimmten Punkten bzw. Pixelwerten des Bildes werden Punkte zur Integration eines Identifikationscodes, die sogenannte Signatur, ausgewählt. Zur Integration jeweils eines Bits der Signatur an jeweils einen ausgewählten Punkt des Bildes werden der Pixelwert selbst und unmittelbar benachbarte Pixelwerte angepaßt, d. h. modifiziert. Diesem Verfahren haftet jedoch der Nachteil an, daß die ausgewählten Positionen, an denen die Signaturwerte integriert werden, sehr leicht bestimmbar und daher als bekannt anzusehen sind. Durch die Wahl der Positionen an ursprünglich vorhandenen Extremwerten können die auf diese Weise durchgeführten integrierten Identifikationscodes leicht erkannt und entsprechend attackiert werden.

Ebenso geht aus einer europäischen Druckschrift, EP 0 614 308 A1 ein Verfahren zur Verschlüsselung von Daten hervor. Derartige Verschlüsselungsverfahren dienen jedoch der vollständigen Unkenntlichmachung eines gesamten Datensatzes für unautorisierten Zugriff. Hierbei werden hochauflösende Bildkomponenten mit Hilfe eines Schlüssels bzw. einer Verschlüsselungstechnik vor unberechtigtem Zugriff geschützt. Nicht-hochauflösende Bildkomponenten können jedoch frei zugänglich bleiben, so daß auf diese Weise ein hierarchischer Zugriff auf die Informationen möglich ist. Sämtliche Bildinformationen können hierbei in einem Speichermedium vorliegen, wobei nur berechnete Benutzer mittels des ihnen zur Verfügung gestellten Schlüssels auf die volle Bildinformation Zugriff haben. Das in der vorzitierten europäischen Druckschrift beschriebene Verfahren dient jedoch nicht einer gezielten Markierung von beispielsweise Bildinformationen für eine künftige Identifikation, sondern vielmehr der Verschlüsselung des gesamten Informationsinhaltes eines Bildes, so daß ein Nichtberechtigter auf diese Informationen ohne Zugriff bleibt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz derart weiterzubilden, indem eindeutig zuordenbare Informationseinheiten derart in den urheberrechtlich zu schützenden Datensatz implementiert werden, so daß deren Zuordenbarkeit durch Veränderungen am Datensatz nicht verloren geht. Das Identifikationsverfahren soll dem Urheber sowie den Abnehmern und Verbreitern von multimedialen Werken die Möglichkeit geben, die Urheberschaft und Eigentumschaft zu überprüfen sowie Nachweise für den Mißbrauch der multimedialen Werke zu liefern.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäße Verfahrens sind anschließenden Ansprüchen 2 ff. zu entnehmen.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informations-

einheit in einen Datensatz derart ausgebildet, daß der zu markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird und, daß die zu implementierende Informationseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht zusätzliche Informationen geheim, versteckt und robust in multimedialen Daten, d. h. insbesondere digitalen Bildern zu integrieren. Neben der Anwendung bei farbigen, graustufigen und binären Einzelbildern, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch bei digitalen Videodaten, d. h. Bildfolgen, anwendbar. Die Einbettung der zusätzlichen Informationen führt zu keiner wahrnehmbaren Verschlechterung der Bildqualität. Die eingebetteten Informationen können bei Kenntnis eines möglicherweise geheimzuhaltenden Schlüssels rekonstruiert werden.

So wird erfindungsgemäß in einem ersten Verfahrensschritt eine pseudo-zufällige Positionsfolge generiert, welche zur Bestimmung der Position verwendet wird, an der ein Code oder allgemein eine Informationseinheit integriert werden soll. Dazu werden Charakteristika, welche beispielsweise aus den Bilddaten extrahiert werden, in Kombination mit einem geheimen Schlüssel als Startwert für die Positionsgenerierung verwendet. In einem zweiten Schritt wird die Informationseinheit, an die durch die Positionsfolge spezifizierten Positionen geschrieben oder aus diesen ausgelesen. Es existieren hierfür unterschiedliche Methoden für das Schreiben bzw. Lesen der Informationseinheit, welche in Abhängigkeit vom Bildtyp verwendet werden.

Grundsätzlich sind drei zu unterscheidende Markierungstechniken in Abhängigkeit der zu markierenden Datensätze zu unterscheiden:

A) Die frequenzbasierte Markierung von Farbbildern und graustufigen Bildern

Dieses Verfahren basiert auf der Kenntnis, daß typische digitale Bilder von Menschen, Gebäuden, natürlichen Umgebungen etc. als nicht stationäre statistische Prozesse angesehen werden können, die stark redundant und störungstolerant sind.

Die Einbettung der binär codierten Informationen erfolgt im Frequenzraum des Bildes. Die folgende Beschreibung geht von einer Darstellung des Bildes im Ortsraum aus, in die jedes Bild konvertiert werden kann. Das Bild wird zunächst in Blöcke von Pixeln zerlegt. Die Blöcke werden mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert. Hierzu sind beliebige Transformationsfunktionen zu verwenden. Eine bevorzugte Möglichkeit ist die Verwendung der sogenannten "Discrete Cosinus Transformation" (DCT). Anschließend werden die Blöcke von Frequenzkomponenten bzw. die für die Einbettung relevanten Teile der Blöcke quantisiert. Zur Quantisierung werden vorzugsweise Quantisierungsmatrizen ähnlich wie die bei dem Quantisierungsschritt des JPEG-Kompressionsstandards verwendet. Bezüglich des vorgenannten Kompressionsstandards sei auf die Druckschrift von Wallace verwiesen, "The JPEG still picture compression standard", Communications of the ACM,

Vol. 34, No. 4, April 1991, S. 30—40.

Mittels der im ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens generierten Positionsfolgen werden die Blöcke sowie die genauen Positionen innerhalb der ausgewählten Blöcke bestimmt, an die die Informationen eingebettet werden. Die Einbettung eines Bits ("1" oder "0") in einen Block erfolgt, indem bestimmte Relationsmuster, d. h. Größenverhältnisse, zwischen bestimmten Elementen, den sogenannten Frequenzkoeffizienten des Blocks mit einer moderaten Varianzschwelle gehalten bzw. erzeugt werden.

Sinnvollerweise werden Elemente des mittleren Frequenzbereiches zu Einbettung herangezogen, da hochfrequente Anteile z. B. durch verlustbehaftete Kompression, ohne sichtbaren Qualitätsverlust leicht eliminiert werden können und Modifikationen in den niederfrequenten Anteilen zu sichtbaren Änderungen führen. Prinzipiell sind jedoch alle Frequenzkomponenten verwendbar.

Um die Implementierung der zur Markierung verwendeten Informationseinheiten möglichst unantastbar gegen ungewollten Zugriff und/oder gegen Datenverarbeitungsprozesse, die den Datensatz formatieren bzw. in geeignete Formen umordnen, zu machen, ist die sogenannte Robustheit der eingebetteten Informationen gegen unautorisierten Zugriff durch Einstellung zweier Parameter zu optimieren. Dies ist zum einen die sogenannte Distanz D zwischen ausgewählten, quantisierten Frequenzkomponenten, wobei eine größere Distanz eine stärkere Robustheit liefert, wodurch jedoch auch eine leichtere Sichtbarkeit der Modifikationen verbunden ist. Der zweite Parameter ist der sogenannte Quantisierungsfaktor Q, der benutzt wird, um die ausgesuchten Werte für den eingebetteten Informationscode zu quantisieren. Ein größerer Quantisierungsfaktor resultiert in einer kleineren Modifikation der Bilddaten, aber auch in schwächerer Robustheit gegenüber verlustbehafteter Kompressionen, wie sie beispielsweise von der JPEG-Kompression bekannt sind.

Nach der Implementierung der Informationseinheiten kann das Bild durch eine Rückquantisierung und Rücktransformation wieder in eine Repräsentation im Ortsraum gebracht werden.

Das Verfahren erlaubt eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten, wie z. B. die beliebige Wahl der Transformation, der Blockbildung, der Auswahl der betrachteten Frequenzkomponenten, der Anzahl, Art und Zusammensetzung der Relationsmuster, der Auswahl und Zuordnung von Codierungen zu den Relationsmustern, sowie der Verteilung von Relationsmustern und damit der zugehörigen Codierung über verschiedene Blöcke.

B) Verhältnisbasierte Markierung von binären Bildern

Der Wert jedes einzelnen Pixels in einem binären Bild entspricht entweder der "1" oder der "0". Dadurch ist im allgemeinen kein Freiraum für Rauschen bzw. Störungen vorhanden, der durch das Implementieren von zusätzlichen Informationen verwendet werden kann. Um Informationen, die zuvor binär codiert vorliegen, einbetten zu können, müssen passende Bereiche im Bild gefunden werden, bei denen sich durch die Markierung die Qualität des Originalbildes nicht verschlechtert. Diese Bildbereiche sind für jedes individuelle Bild bzw. zumindest für bestimmte Bildtypen unterschiedlich.

Das vorgeschlagene Verfahren für binäre Bilder basiert auf dem Verhältnis von "1"- und "0"-Bits in einem ausgewählten Block. So sei R(b) die Rate der schwarzen

Pixel, beispielsweise der "1"-Bits, in einem ausgewählten Block b des Bildes:

$$R(b) = N_s/N.$$

N_s bedeutet die Anzahl der schwarzen Pixel in dem Block b und N die Blockgröße, d. h. die Gesamtzahl der Pixel in dem Block b.

Die Einbettung eines Bits in einen Block b erfolgt nach folgender Verfahrensweise:

Ein "1"-Bit wird in einem Block b eingebettet, falls $R(b)$ innerhalb eines vorgegebenen Bereiches ($T_{1, \min}$, $T_{1, \max}$) liegt. Ein "0"-Bit wird dann eingebettet, falls $R(b)$ in einem anderen vorgegebenen Bereich ($T_{2, \min}$, $T_{2, \max}$) liegt. Die beiden angegebenen Bereiche liegen zwischen 0% und 100%. Zur Einbettung eines Bits wird der jeweils betrachtete Block, falls nötig, durch Änderung von "1"-Bits in "0"-Bits oder umgekehrt so oft modifiziert, bis $R(b)$ in den entsprechenden Bereich hineinfällt. Falls zu viele Änderungen notwendig sind, wird der ausgewählte Block für "ungültig" erklärt und in irgendeinen "ungültigen" Bereich außerhalb der beiden angegebenen Bereiche modifiziert. Ferner wird ein sogenannter "Puffer" zwischen den angegebenen Bereichen und den ungültigen Bereichen eingeführt, der den Grad der Robustheit gegen die Anwendung von Bildverarbeitungsverfahren auf das markierte Bild repräsentiert. Der Puffer beschreibt somit die Zahl der Bits, die in einem Block durch Bildverarbeitungsverfahren geändert werden dürfen, ohne die eingebetteten Bits zu beschädigen. Z.B. bedeutet ein Puffer von 5%, daß das Umkippen von weniger als 4 Bits innerhalb eines 8×8 Bit-Blocks den eingebetteten Code nicht beschädigt. Eine vernünftige Wahl der Bereiche $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$ und $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$ sowie des Puffers, z. B. $T_1 = (55, 60)$, $T_2 = (40, 45)$ sowie von einem Puffer = 5 für einen 8×8 Bit-Block, ermöglicht eine ausgeglichene Balance zwischen Robustheit gegen Bildverarbeitungsverfahren einerseits und Sichtbarkeit der eingebrachten Informationen andererseits.

Der Änderungsalgorithmus, nach dem die zu implementierenden Informationseinheiten an die entsprechenden durch die Positionsfolgen festgelegten Stellen der Datensätze eingebracht werden, ist nicht zuletzt von den Verteilungen der "1"- und "0"-Bits abhängig. Z.B. werden für sogenannte "dithered" binäre Bilder die Modifikationen gleichmäßig über den ganzen Block verteilt vorgenommen. Das Bit, das die meisten Nachbarn mit dem gleichen Wert hat, wird geändert.

Hingegen bei binären Bildern (Schwarz/Weiß) mit scharfen Kontrasten werden jedoch die Modifikationen an den Grenzen zwischen schwarzen und weißen Pixeln vorgenommen. Das Bit, das die meisten Nachbarn mit den umgedrehten Werten hat, wird geändert. In beiden Verfahren werden an den Grenzen eines Blocks die angrenzenden Bits der benachbarten Blöcke berücksichtigt.

c) Verfahren zur Markierung von Bildfolgen

Die vorstehend vorgestellten Verfahren zum Markieren von Bildern beziehen sich vornehmlich auf Markierungsmethoden für Einzelbilder, jedoch können diese auch auf Bildfolgen wie beispielsweise Videos, angewendet werden. Bei Bildfolgen sind zusätzliche Attacken gegen vorhandene Markierungen möglich. So können einzelne Markierungen durch Löschen einzelner Bilder aus der Bildfolge entfernt werden. Bewegungen-

schätzende und bewegungskompensierende Kompressionstechniken wie beispielsweise im MPEG-Standard können ebenso zum Entfernen von Markierungen führen. So werden in einem dritten Verfahren zur Markierung von Bildfolgen die Markierungen wiederholt in die Einzelbilder bestimmter Sequenzen der Gesamtbildfolge eingebettet, wobei die Robustheit gegen bekannte Attacken dabei erhöht werden kann, indem die Länge der Sequenz jeweils zu implementierender Informationseinheiten skaliert wird. Im Extremfall werden die Informationen in sämtliche Einzelbilder des gesamten Videos integriert.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Schreibvorgang für eine Markierung,

Fig. 2 Lesevorgang einer Markierung,

Fig. 3 Tabelle für "1"-, "0"-Bit und "ungültiges Muster",

Fig. 4 mögliche Positionen für die Einbettung einer Informationseinheit in einen 8×8 Block,

Fig. 5 Beispiel einer Einbettung einer Informationseinheit durch Transformation, Quantifizierung und Modifikation von Frequenzkomponenten,

Fig. 6 beispielhafte Modifikation zur Markierung bei gleichmäßig verteilten "1"- und "0"-Bits sowie

Fig. 7 beispielhafte Modifikation zur Markierung bei scharfen Trennlinien zwischen "1"- und "0"-Bits.

In Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Ablaufschema zum Einbetten von binär codierten Informationseinheiten in einen Datensatz, der im vorliegenden Beispiel ein Bild ist, angegeben. Aus den Informationen des Bildes sowie unter Zugrundelegung eines geheimen Schlüssels wird eine Positionsreihenfolge generiert, nach der der einzubettende Code in das Bild implementiert wird. Als Ergebnis wird ein markiertes Bild erhalten, dessen Markierungen durch unautorisierten Zugriff Dritter oder durch Veränderung des Bildes bzw. des Datensatz nicht beeinträchtigt werden kann.

Für den Lesevorgang, der beispielsweise zum Nachverfolgen etwaiger unerlaubter Vervielfältigungen benötigt wird, wird das markierte Bild unter Zugrundelegung des vorher verwendeten geheimen Schlüssels, der zur Implementierung der Informationseinheiten verwendet wurde, benutzt, um die Positionsreihenfolge zu generieren, mit der das Auslesen des eingebetteten Codes möglich ist (siehe Fig. 2). Als Ergebnis erhält man den ursprünglich in den Datensatz eingebetteten Code.

Anhand der Fig. 3 und 4 ist ein Beispiel für die frequenzbasierte Markierung von Farbbildern, insbesondere eines 8×8 Pixel-Blockes angegeben. Aus der in Fig. 3 dargestellten Tabelle sind drei unterschiedliche Gruppen von Relationsmustern zwischen Frequenzkoeffizienten dargestellt, nämlich Muster für "1", Muster für "0" sowie sogenannte "ungültige" Muster. Das "1"-Muster repräsentiert ein "1"-Bit bzw. das "0"-Muster repräsentiert ein "0"-Bit der eingebetteten, codierten Informationseinheit. Falls für den Vorgang der Implementation zu große Modifikationen am ursprünglichen Datensatz notwendig werden, um beispielsweise das erwünschte gültige Muster für ein Bit zu erhalten, dann ist dieser Block ungültig. In diesem Fall werden die Größenrelationen zwischen den Elementen zu einem beliebigen "ungültigen" Muster modifiziert, um ein eindeutiges Lesen der Information zu ermöglichen. Die in der oberen Tabelle dargestellten Relationsmuster stellen Abhängigkeiten von den Verhältnissen der Größen je dreier Elemente (c_1, c_2, c_3) eines 8×8 Blockes dar.

Aus Fig. 5 geht exemplarisch ein Einbettungsprozeß hervor, der sich aus dem Schritt der Transformation, der Quantisierung sowie der Modifikation der Koeffizienten zusammensetzt. In der in Fig. 4 dargestellten Abfolge wird ein Bit für ein ausgewähltes Muster in einem 8×8 Block implementiert.

Aus den Fig. 6 und 7 gehen zwei Beispiele für die verhältnisbasierte Markierung zweier binären Bilder hervor. Fig. 6 stellt ein Beispiel für "dithered" binäre Bilder dar, bei denen die Modifikationen gleichmäßig über den ganzen Block verteilt sind. Die Implementierung erfolgt in diesem Fall derart, daß das Bit, das die meisten Nachbarn mit gleichen Wert hat, geändert wird.

Im Unterschied dazu geht aus Fig. 7 ein binäres Bild mit sehr scharfen Kontrasten hervor, bei dem die Implementierungen an den Grenzen zwischen schwarzen und weißen Pixeln vorgenommen wird. Das Bild, das die meisten Nachbarn mit den umgedrehten Werten aufweist, wird geändert.

In beiden dargestellten Fällen werden an den Grenzen eines Blockes die angrenzenden Bits der benachbarten Blöcke berücksichtigt.

Das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es Informationen in multimedialen Werke, insbesondere Bilder und Bildsequenzen, geheim, versteckt und robust zu integrieren. Die in die originalen Daten eingebetteten Informationen (Kennungen, Markierung, Etikette) können dazu verwendet werden, den Halter des Urheberrechts auf das multimediale Werk, den Abnehmer bzw. Benutzer des Werkes oder auch das multimediale Werk an sich zu kennzeichnen bzw. zu identifizieren. Zwar wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der eigentlich. Mißbrauch nicht unmittelbar verhindert, doch sehr wahrscheinlich eingeschränkt, da die Markierung der Dokumente für die Geltendmachung der Urheberrechte beweisend ist. Die robuste und versteckte Integration von Informationen kann jedoch auch für andere Zwecke benutzt werden, wie der Einbettung von privaten Informationen, beispielsweise Patientendaten, in die zugehörigen digitalen Bilder, beispielsweise Patientenbilder, wodurch auch stets eine verwechslungsfreie Zuordnung gewährleistet ist. Ferner können Markierungen in multimedialen Werken, wie z. B. Musik- und Filmsequenzen zur automatischen Bestimmung bzw. Messung der Benutzerzahl verwendet werden.

Die Anwendungsgebiete dieser Erfindung beinhalten alle elektronischen Informationsdienste, in denen der Schutz von unerlaubten Zugriff, Verteilung und Vervielfältigung von digitalen Daten sowie der Schutz von intellektuellen Besitzansprüchen erforderlich sind. Das vorzüglichste Anwendungsgebiet ist als elektronische Publizieren von Zeitungen, Büchern, Bildern, Videos etc. auf einem portablen Medium, wie z. B. CDs, CD-Roms, Disketten, Bänder, sowie über Netzwerke, Satellit oder terrestrische Übertragungsmedien. Die vorgestellten Verfahren sind ebenso einsetzbar in den Anwendungsfeldern der geographischen Informationssysteme, der Medizin, den elektronischen Verteilerdiensten wie Pay-TV, Video-On-Demand usw. sowie der genaueren Messung der Konsumentenzahl im Bereich des Rundfunk und Fernsehens.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit

in einen Datensatz, dadurch gekennzeichnet, daß der zu markierende Datensatz in Blöcke von Pixeln zerlegt wird, die mittels einer Transformationsfunktion vom Ortsraum in den Frequenzraum transformiert werden, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung eines Schlüssels sowie datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird und, daß die zu implementierende Informationseinheit an die durch die Positionsfolge festgelegten Positionen im Datensatz geschrieben bzw. gelesen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die datensatzspezifischen Eigenschaften inhaltliche Merkmale, Objektmerkmale oder geometrische oder formatspezifische Eigenschaften sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformationsfunktion eine diskrete Cosinus Transformation ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung von Quantisierungsmatrizen die in den Frequenzraum transformierten Blöcke quantisiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Quantisierungsmatrizen dem Quantisierungsschritt des JPEG-Kompressionsstandards entsprechen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß unter Zugrundelegung der generierten Positionsfolge die zu implementierenden Informationseinheiten in die Blöcke eingebettet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung der zu implementierenden Informationseinheiten an den ausgewählten Positionen bzw. Blöcken durch Änderung bzw. Beibehaltung der Größenverhältnisse von ausgewählten Frequenzkoeffizienten, insbesondere des mittleren Frequenzbereichs, erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach Einbettung der Informationseinheit eine Rückquantisierung und Rücktransformation des Datensatzes in den Ortsraum erfolgt.

9. Verfahren zur Markierung binär codierter Datensätze, insbesondere von Bilddaten, durch Implementierung wenigstens einer Informationseinheit in einen Datensatz, dadurch gekennzeichnet, daß eine diskrete Positionsfolge zur Implementierung von Informationseinheiten in den zu markierenden Datensatz unter Berücksichtigung datensatzspezifischer Eigenschaften generiert wird, und daß der binär codierte Datensatz in Blöcke mit N Pixel aufgeteilt wird, wobei die Einbettung der zu implementierenden Informationseinheiten an den ausgewählten Positionen bzw. Blöcken durch Änderung bzw. Beibehaltung der anzahlmäßigen Verhältnisse von "1"- und "0"-Bits in den jeweiligen Blöcken erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung einer Informationseinheit, die einem 1-Bit entspricht, in einem Block b nach folgender Bedingung erfolgt:

$$T_{1, \min} < R(b) < T_{1, \max}$$

$$\text{mit } R(b) = N_1/N$$

N_1 = Anzahl der 1-Bit-Pixel im Block b

$T_{1, \min}$, $T_{1, \max}$ oberer und unterer Grenzwerte.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung einer Informationseinheit, die einem 0-Bit entspricht, in einem Block b nach folgender Bedingung erfolgt:

$$T_{2, \min} < R(b) < T_{2, \max}$$

mit $R(b) = N_1/N$

$T_{2, \min}$, $T_{2, \max}$ oberer und unterer Grenzwerte.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß für ein 8×8 Bit-Block folgende Werte gelten:

$$T_{1, \min} = 55$$

$$T_{1, \max} = 60$$

$$T_{2, \min} = 40$$

$$T_{2, \max} = 45.$$

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Blöcken mit relativ gleichmäßig verteilten Bit-Werten, an den Stellen Bit-Implementierungen vorgenommen werden, deren Nachbarn einen hohen Anteil von Bits mit gleichen Wert haben.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Blöcken, die Bereiche einheitlicher Bit-Stellung aufweisen, an Stellen Bit-Implementierungen vorgenommen werden, an denen Felder unterschiedlicher Bit-Stellungen aneinandergrenzen, so daß das Bit mit den meisten Nachbarn mit den umgekehrten Werten geändert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß zu starke Änderungen zur Einbettung von Informationen an den ausgewählten Positionen notwendig sind, wird der entsprechende Block als ungültig markiert, wobei ungültige Bereiche außerhalb der Bereiche $T_1 = (T_{1, \min}, T_{1, \max})$, $T_2 = (T_{2, \min}, T_{2, \max})$ liegen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Toleranzpuffer zwischen T_1 , T_2 und ungültigen Bereichen eingeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

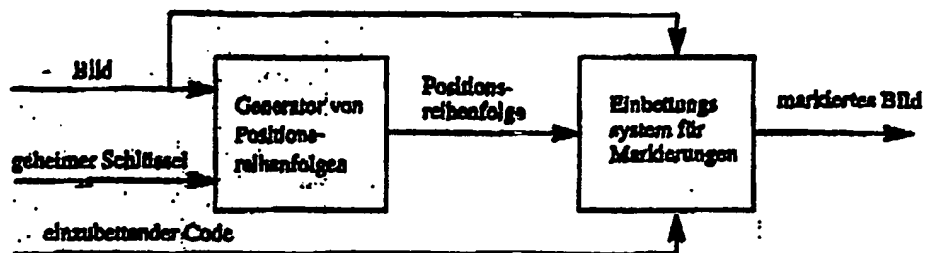


Fig. 1

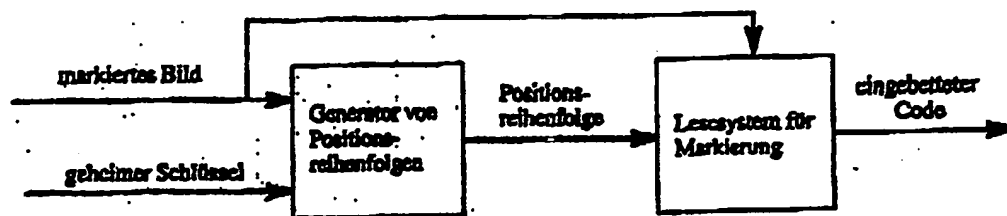


Fig. 2

e_1	e_2	e_3	
Hoch	Mitte	Tief	} Muster für "1"
Mitte	Hoch	Tief	
Hoch	Hoch	Tief	
Mitte	Tief	Hoch	} Muster für "0"
Tief	Mitte	Hoch	
Tief	Tief	Hoch	
Hoch	Tief	Mitte	} "ungültige" Muster
Tief	Hoch	Mitte	
Mitte	Mitte	Mitte	

Fig. 3

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Fig. 4

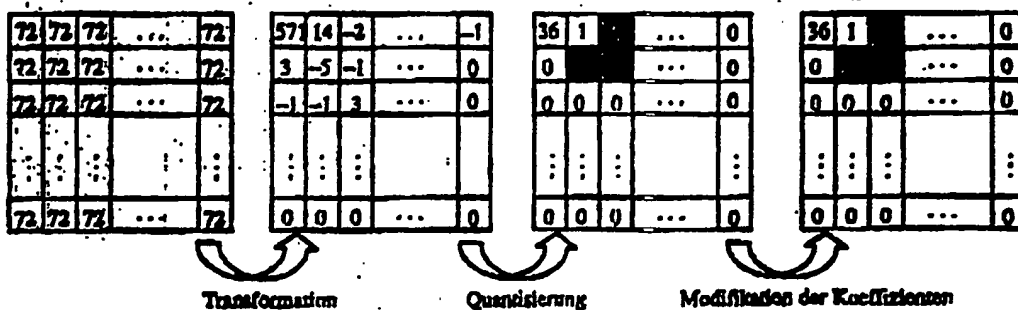


Fig. 5

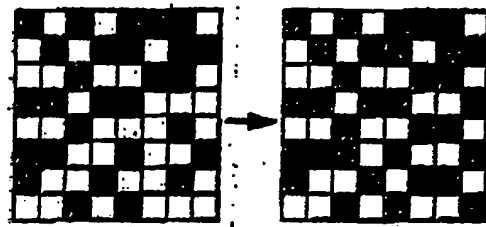


Fig. 6

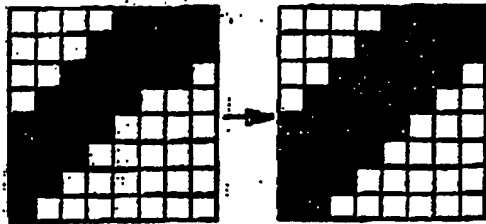


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.